

# 動的グラウチング工法における 目詰まり抑制効果の検証

内田善久<sup>1</sup>・蓮本清二<sup>1</sup>・平治<sup>2</sup>・西垣誠<sup>3</sup>・大橋昭<sup>4</sup>・高田徹<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 東京電力株式会社 建設部土木建設技術センター (〒101-0011 東京都千代田区内幸町 1-1-3)

<sup>2</sup> 正会員 株式会社鴻池組 土木本部技術部 (〒101-8316 東京都千代田区神田駿河台 2-3-11)

<sup>3</sup> 正会員 工博 岡山大学教授 環境理工学部環境デザイン工学科 (〒700-8630 岡山県岡山市津島中3-1-1)

<sup>4</sup> 正会員 工博 舞鶴工業高等専門学校教授 建設・生産システム工学専攻科 (〒625-8511 京都府舞鶴市宇白屋234)

<sup>5</sup> 日本基礎技術株式会社 技術本部技術管理部 (〒101-8316 東京都渋谷区桜丘町 15-17)

キーワード: 動的注入, 目詰まり, ダム基礎処理, 岩盤亀裂, 人工亀裂注入試験

## 1. はじめに

注入材として高炉セメント B 種等を使用するダム基礎グラウチングでは, 図-1 に示すように注入孔内の亀裂入口部や亀裂の断面変化部においてセメント粒子の目詰まりが発生すると考えられ, 改良効果や注入効率等への影響が懸念される。

動的グラウチング工法では, 注入圧力を脈動させてグラウトの流速を定期的に振動させることにより, セメント粒子の目詰まりを抑制する効果があると考えられる。その結果, 静的注入に比べて高濃度のグラウトを効率的に亀裂中に注入することができ, 改良効果と注入効率の向上が期待される。

筆者らは, 基礎ダムグラウチングへの適用を目的として動的グラウチング工法の研究開発<sup>1)</sup>を進めているが, ここでは, 本工法の見詰まり抑制効果を検証するために実施した人工亀裂による室内注入試験について報告する。

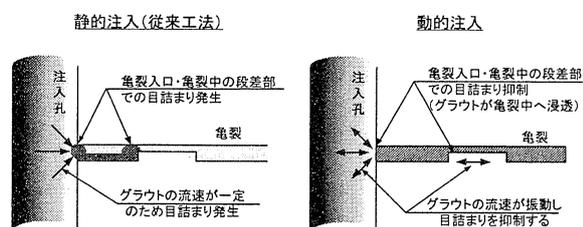


図-1 動的注入による目詰まり抑制効果

## 2. 円盤状人工亀裂への注入試験

### (1) 概要

セメント粒子の目詰まりは注入孔の亀裂入口や亀裂中の断面変化部(段差部)で生じると考えられる。注入孔の亀裂入口での目詰まりを再現し, 動的注入

による目詰まり抑制効果を検証するためには, 実際の注入孔を模擬する必要がある。そこで, 図-2 に示す円盤状人工亀裂を用いた注入試験を実施した。ここで, 注入管の内径を実際のボーリング孔と同じ46mmとした。また, 円盤の中心から注入するため, 亀裂内のグラウトの流れは放射状となる。

亀裂は2枚の亚克力円盤(φ400mm)の間に銅製スペーサーを挟み込み, ボルトで締付けて設定した。亀裂の開口幅はスペーサーの厚さで調整した。円盤の中央に模擬注入管(亚克力円筒, 内径46mm)を設置している。グラウトは模擬注入管の上部から注入され, 2枚の円盤の間を放射状に流れ, 円盤全周の流出口から流出する。

注入材料は, ダム基礎処理で一般に使用されている高炉セメントB種とした。配合はC:W=1:0.8, 1:1である。注入圧力は0.1MPa~0.5MPaで設定した。動的注入における脈動の振動数は, これまでの研究成果から最適振動数である7Hzとした<sup>1)</sup>。脈動の振幅は脈動の中心圧力の75%とした(例:P=0.1±0.075MPa)。静的注入の注入圧力は動的注入の中心圧力とした。

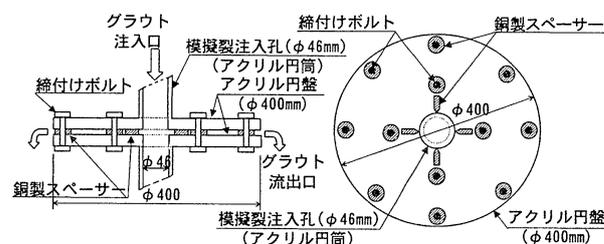


図-2 円盤状人工亀裂

### (2) 試験結果

目詰まりは亀裂入口で発生した。図-3に亀裂を通過するグラウトの経時変化を示す。静的注入では,

注入開始後セメント粒子の目詰まりによって流量が急速に低下し、60秒後に閉塞している。動的注入では、静的注入に比べて流量の低下傾向が小さく、動的注入による目詰まり抑制効果が現れている。

目詰まりによって亀裂が閉塞するまでに亀裂を通過したグラウトの積算流量と注入圧力の関係を図-4に示す。図より、動的注入は静的注入に比べてグラウトの積算流量が多くなっており、注入圧力の脈動によって目詰まりの発生と進行が抑制されたものと考えられる。なお、注入圧力 $P=0.1\text{MPa}$ では、動的注入と静的注入の差が認められない。これより、脈動効果を発現させるためには、ある程度の注入圧力と振幅が必要であると考えられる。

以上より、動的注入では、脈動によって注入孔の亀裂入口での目詰まりを抑制する効果が期待できる。

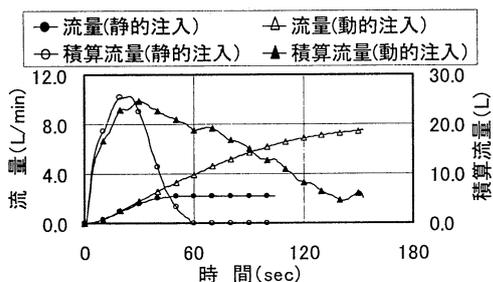


図-3 亀裂を通過したグラウトの経時変化（円盤状亀裂）  
( $P=0.3\text{MPa}$ ,  $C:W=1:1$ , 亀裂の開口幅 $H=0.3\text{mm}$ )

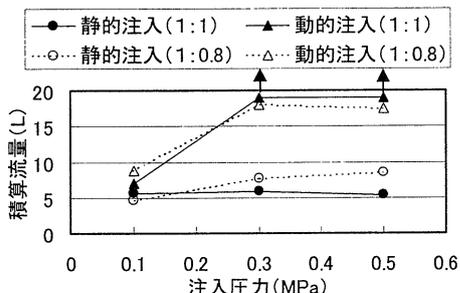


図-4 亀裂を通過したグラウトの積算流量と注入圧力の関係（円盤状亀裂，亀裂の開口幅 $H=0.3\text{mm}$ ）

### 3. 扇状人工亀裂への注入試験

#### (1) 概要

亀裂中の断面変化部（段差部）での目詰まりに対する動的注入の効果を検証するため、扇状人工亀裂への注入試験を実施した。図-5に扇状人工亀裂の概要を示す。亀裂は鋼製下板とアクリル製上板の間に鋼製スペーサーを挟み込み、締付けボルトで固定して設定した。亀裂の開口幅はスペーサーの厚さで調整した。扇状の流路の開度は $26^\circ$ である。流路の長さは $1050\text{mm}$ とし、亀裂中の断面変化は、鋼製下板に耐水ペーパー（JISR 6253で規定される耐水研磨紙 $\#240$ ,  $t=0.36\text{mm}$ ）を貼り付けて設定した。設定位置は注入孔から $1000\text{mm}\sim 1020\text{mm}$ （幅 $20\text{mm}$ ）である。グラウトは注入孔から注入され、鋼製スペーサーの間の扇状流路を放射状に流れ、流路端部の流出口から流

出する。

注入材、配合、注入圧力、動的注入の条件（脈動の振動数、振幅）等は円盤状亀裂の場合と同様である。亀裂の開口幅を $H=0.6\text{mm}$ としたため、断面変化部では開口幅が $H=0.24\text{mm}$  ( $0.6-0.36$ ) となっている。

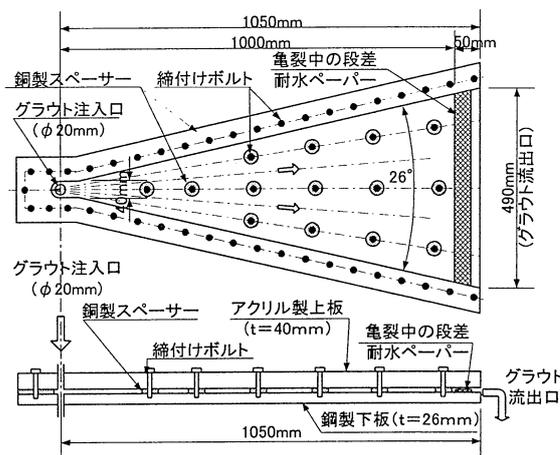


図-5 扇状人工亀裂

#### (2) 試験結果

目詰まりは亀裂中の断面変化部（段差部）で発生した。目詰まりによって亀裂が閉塞するまでに亀裂を通過したグラウトの積算流量と注入圧力の関係を図-6に示す。図より、動的注入は静的注入に比べて亀裂を通過したグラウトの積算流量が多くなっている。これより、動的注入では、脈動によって亀裂中の断面変化部での目詰まりを抑制する効果が期待できる。

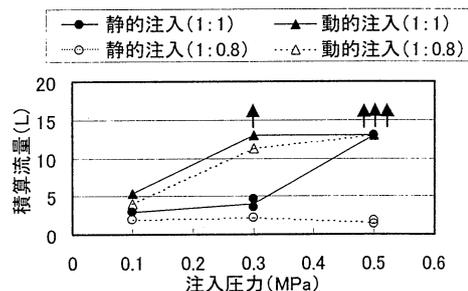


図-6 亀裂を通過したグラウトの積算流量と注入圧力の関係（扇状亀裂，亀裂の開口幅 $H=0.6\text{mm}$ ）

### 4. まとめ

動的グラウチングによる目詰まり抑制効果の検証を目的として、人工亀裂への注入試験を実施した。その結果、動的グラウチング工法は注入孔の亀裂入口及び亀裂中の断面変化部（段差部）での目詰まり抑制効果があることが確認された。

#### 参考文献

- 1) 内田善久，蓮本清二他：動的グラウチング工法の開発とダム基礎処理への適用，土木建設技術シンポジウム2002論文集，pp. 283-290，2002。